

AN: PAT 1992-350539

TI: Release method for overcurrent protection switch using measured current values and corresponding current gradients obtained by differentiation to trigger switch

PN: DE4111831-A

PD: 15.10.1992

AB: The release system measures the current in each main current path (R, S, T) at regular intervals e.g. via respective current sensors (10, 11, 12) and differentiates the obtained current values to determine the corresponding current gradients. The momentary current and current gradient values are paired together and compared with a given threshold value function, when a defined range is exceeded. Alternatively, the momentary current gradients for each measured current value are summated and a release signal for the overcurrent protection switch is supplied when the obtained sum differs from zero.; For protecting multi-phase supply or electric motors.

PA: (ALLM ) ABB PATENT GMBH;

IN: BERTHOLD R;

FA: DE4111831-A 15.10.1992;

CO: DE;

IC: H02H-003/44;

MC: X13-C01A; X13-C01X; X13-C04C;

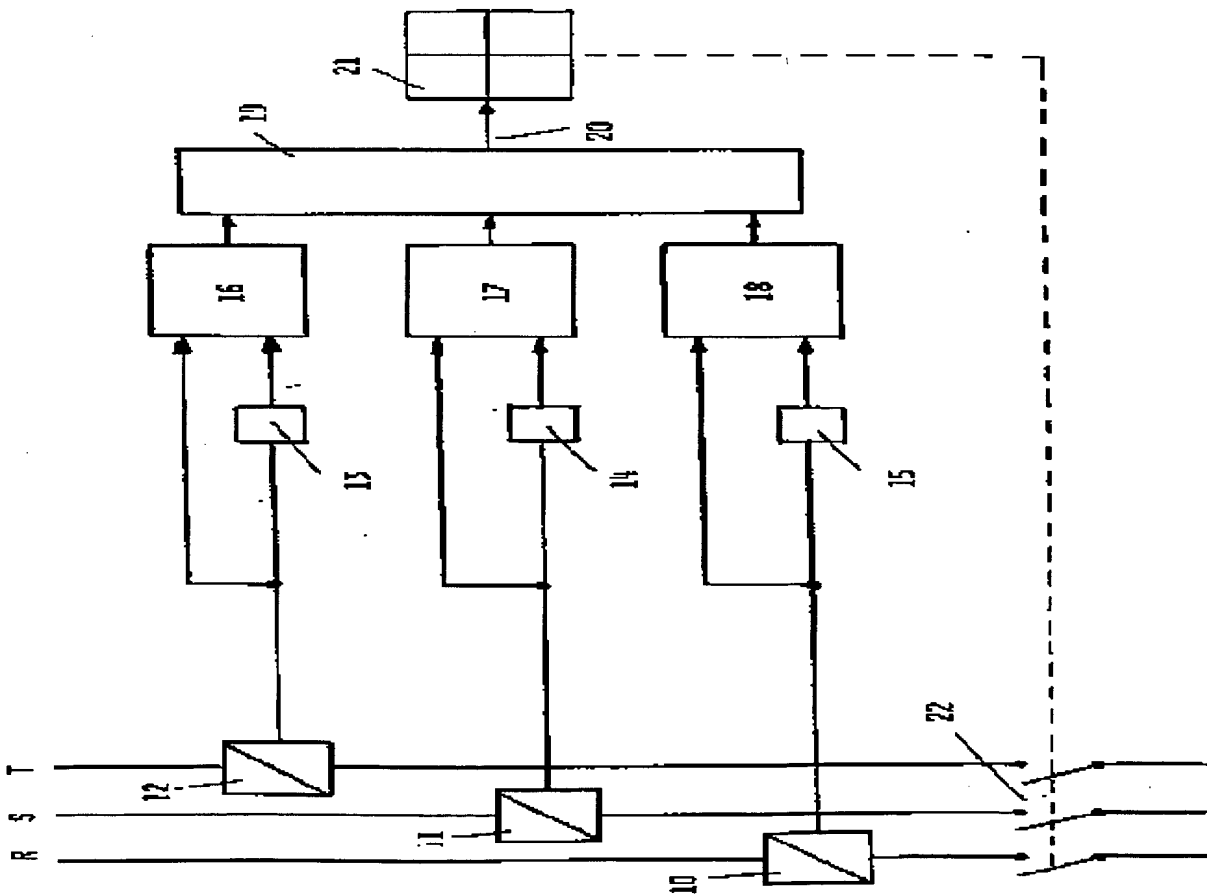
DC: X13;

FN: 1992350539.gif

PR: DE4111831 11.04.1991;

FP: 15.10.1992

UP: 19.10.1992





①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 11 831 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 02 H 3/44**

②1 Aktenzeichen: P 41 11 831.6  
②2 Anmeldetag: 11. 4. 91  
④3 Offenlegungstag: 15. 10. 92

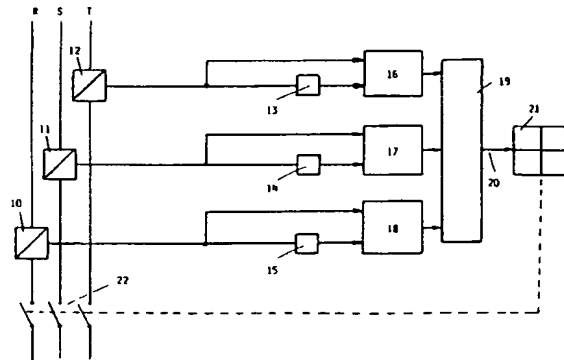
DE 41 11 831 A 1

⑦1 Anmelder:  
ABB Patent GmbH, 6800 Mannheim, DE

⑦2 Erfinder:  
Berthold, Rainer, Dipl.-Ing., 6901 Gaiberg, DE

⑤4 Verfahren zur Auslösung eines elektrischen Schalters sowie Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

- ⑤7 Es wird ein Verfahren zur Auslösung eines elektrischen Schalters, zur raschen Abschaltung eines Überstroms, vorzugsweise zur strombegrenzenden Abschaltung eines Kurzschlußstromes, in Wechsel- und Drehstromnetzen angegeben, das gekennzeichnet ist durch folgende Verfahrensschritte:
- Messen des Stromes  $i$  in jeder Hauptstrombahn in regelmäßigen Zeitabständen,
  - Differenzieren der Stromwerte zur Ermittlung der Stromsteilheit  $di/dt$  für jeden Stromwert,
  - Verknüpfen der Augenblickswerte des Stromes und der Stromsteilheit und Vergleichen des Wertepaares mit einer vorgegebenen Schwellenwertfunktion, in der Strom- und Stromsteilheit miteinander verknüpft sind und
  - Auslösen des Schalters bei Überschreiten des von der Schwellenwertfunktion vorgegebenen zulässigen Bereiches durch das ermittelte Wertepaar.



DE 41 11 831 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auslösung eines elektrischen Schalters nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Aus der DE 36 42 136 C2 ist ein Auslöser bekannt geworden, mit dem ein Schalter vorzugsweise bei einem Kurzschluß strombegrenzend abgeschaltet werden kann. Der Auslöser besitzt in den Hauptstrompfaden eines Wechsel- oder Drehstromnetzes je einen Sensor, mit dem die Stromteilheit  $di/dt$  gemessen wird. Hieraus werden bei einer ersten Ausgestaltung durch Integration die Stromwerte errechnet und beide Wertepaare,  $di/dt$  sowie  $i$ , mit einer Schwellenwertfunktion verglichen. Bei Überschreiten eines zulässigen Bereiches der Schwellenwertfunktion löst der Auslöser aus und schaltet den Schalter ab. Bei einer zweiten Ausgestaltung werden die gemessenen Stromteilheitswerte  $di/dt$  addiert und bei Abweichen der Summe vom Wert Null ein Auslöseimpuls gegeben. Als Sensor wird bevorzugt eine Rogowskispule benutzt, mit der, wie bekannt, die  $di/dt$ -Werte direkt gemessen werden können. Bei beiden Ausführungen werden die gemessenen  $di/dt$ -Werte digitalisiert und danach weiterverarbeitet.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem mit üblichen, einfachen Sensoren, die leicht und ohne besondere Änderungen auch in Leitungsschutzschalter eingebaut werden können, eine entsprechende Auslösung strombegrenzend bei Kurzschluß oder allgemein bei Überstrom erzeugt werden kann. Weiterhin soll eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

Im Gegensatz zu dem Auslöser nach der DE 36 42 136 C2 werden zunächst die Stromwerte gemessen, differenziert und dann die beiden Wertepaare mit einer Schwellenwertfunktion verglichen.

Dabei ist selbstverständlich, daß die gemessenen Stromwerte digitalisiert und die digitalisierten Signale weiterverarbeitet werden. Die Messung der Stromwerte erfolgt in sehr kurzen regelmäßigen Zeitabständen, vorzugsweise etwa  $10\ \mu\text{s}$ , um eine kontinuierliche Strommessung und  $di/dt$ -Berechnung vornehmen zu können.

Dadurch, daß zunächst der Strom gemessen wird, kann man in die Hauptstrompfade einen einfach ausgebildeten Stromsensor einsetzen, der im einfachsten Fall ein geeigneter Widerstand sein kann. Der Widerstand sollte dann als Drahtstück aus einem Material mit extrem kleinem Temperaturkoeffizienten hergestellt werden, damit Temperaturänderungen aufgrund eines Kurzschlußstromes keinen größeren Einfluß auf die gemessenen Stromwerte als 1 % haben und Verfälschungen verhindert werden. Will man noch genauer messen, berücksichtigt man in der elektronischen Meßwertverarbeitung die Funktion  $R = f(T) = f(i^2)$ , in dem man jeweils vom vorhergehenden, gemessenen  $i$ -Wert ausgeht.

Fließt durch einen solchen Widerstand, der einen sehr kleinen Temperaturkoeffizienten besitzt, ein Kurzschlußstrom, so ist zu erwarten, daß die Widerstandsänderung im Promillebereich liegt, wenn der Widerstand zwischen zwei ausreichend dicken Kupferdrähten eingelötet ist. Aus einer Abschätzung geht hervor, daß dies für einen Kurzschlußstrom von 1000 A der  $10^{-3}\text{s}$  fließt,

zutrifft, wenn der Widerstand einen Querschnitt von  $1\text{ mm}^2$  hat. Aus der Abschätzung geht weiter hervor, daß nur die Stromdichte  $i$  das Ergebnis beeinflusst. Das heißt für  $i_n = 10\text{ KA}$  ( $t_n = 10^{-3}\text{s}$ ) braucht man den Querschnitt des Widerstandsdrahtes nur verzehnfachen, um die gleichen, kleinen Fehler zu erhalten. Benutzt man diesen Widerstand (z. B. aus Konstantan) zur Strommessung, in dem man die an ihm abfallende Spannung mißt und das Ohm'sche Gesetz unter der Annahme " $R = \text{const.}$ " anwendet, so liegen die Meßfehler aufgrund dieser Annahme ebenfalls im Promillebereich.

Anstatt eines Widerstandes kann auch ein einfacher Stromwandler verwendet werden. Ein zusätzlicher Vorteil besteht darin, daß der Differenzierschritt, also der Schritt vom Strom  $i$  zur Stromteilheit  $di/dt$ , einfacher durchzuführen ist, als der Integrierschritt bei dem Auslöser nach der DE 36 42 136 C2.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, d. h. also ein Auslöser zur Durchführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Hauptstrombahn zur Messung des Stromes in regelmäßigen kurzen Zeitabständen ein Sensor vorgesehen ist, daß aus diesen Stromwerten durch Differentiation die Stromteilheit ermittelt wird, daß ein aus den Augenblickswerten von Strom und Stromteilheit gebildetes Wertepaar mit einer vorgebbaren Strom und Stromteilheit miteinander verknüpfenden Schwellenwertfunktion verglichen wird, und daß bei Überschreitung des von der Schwellenwertfunktion vorgegebenen, zulässigen Bereiches durch das ermittelte Wertepaar eine unverzügerte Auslösung des Schalters erfolgt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Auslösers sind den Ansprüchen 3 und 4 zu entnehmen.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung kann gekennzeichnet sein durch die Merkmale des Anspruchs 5.

Auch hier hat man den Vorteil, daß lediglich der Stromwert  $i$  in jedem Hauptstrompfad des Schalters gemessen werden muß, wodurch die gleiche vereinfachte Ausführungsform wie bei der oben erwähnten ersten Ausgestaltung der Erfindung erreicht werden kann.

Ein Auslöser, mit dem das Verfahren ausgeführt werden kann, ist in den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 6 beschrieben.

Die Erfindung findet bevorzugt Anwendung bei Leitungsschutzschaltern, kann aber auch bei Leistungsschaltern oder Motorschutzschaltern benutzt werden.

Wie oben erwähnt, werden die gemessenen Stromwerte vor ihrer Weiterverarbeitung in einem Analog/Digitalwandler digitalisiert.

Anhand der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Auslösers dargestellt ist, sollen die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Die einzige Figur zeigt eine schematische Schaltungsanordnung eines erfindungsgemäßen Auslösers.

Ein elektrisches Netz ist gebildet durch drei Strompfade R, S und T, in der jeweils ein Stromsensor 10, 11 und 12 eingesetzt ist. Als Stromsensoren können Stromwandler oder einfach Widerstandsdrähte verwendet werden.

Die von den Sensoren 10, 11, 12 gemessenen Stromwerte werden in digitalisierte Stromsignale  $i$  umgewandelt und einem Differenzierglied 13, 14 und 15 zugeführt, in dem sie differenziert werden, so daß der Stromteilheitswert  $di/dt$  erhalten wird. Dieses Ausgangssignal  $di/dt$  wird einem Multiplizierer 16, 17 und 18 zuge-

führt, in dem der Wert  $di/dt$  mit dem Wert  $i$  multipliziert bzw. zu einem geeigneten Wertepaar verknüpft wird. In einem Rechner 19 werden die Ausgangssignale der Multiplizierer 16 bis 18 mit einer vorgegebenen Schwellwertfunktion verglichen und bei Überschreiten des zulässigen Bereiches der Schwellwertfunktion wird von dem Rechner ein Signal über eine Leitung 20 an einen Auslöser 21 gegeben. Dieser Auslöser 21 betätigt ggf. über ein Schaltschloß in den Hauptstrompfaden R, S, T befindliche Kontakte 22.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Auslösung eines elektrischen Schalters zur raschen Abschaltung eines Überstroms, vorzugsweise zur strombegrenzenden Abschaltung eines Kurzschlußstromes, in Wechsel- und Drehstromnetzen, **gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:**

- Messen des Stromes  $i$  in jeder Hauptstrombahn in regelmäßigen Zeitabständen,
- Differenzieren der Stromwerte zur Ermittlung der Stromsteilheit  $di/dt$  für jeden Stromwert,
- Verknüpfen der Augenblickswerte des Stromes und der Stromsteilheit und Vergleichen des Wertepaares mit einer vorgegebenen Schwellwertfunktion, in der Strom- und Stromsteilheit miteinander verknüpft sind und
- Auslösen des Schalters bei Überschreiten des von der Schwellwertfunktion vorgegebenen zulässigen Bereiches durch das ermittelte Wertepaar.

2. Auslöser zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Hauptstrombahn ein Sensor zur Messung des Stromes in regelmäßigen kurzen Zeitabständen vorgesehen ist, daß aus diesen Stromwerten in einem Differenzierer durch Differentiation die Stromsteilheit ermittelt wird, daß ein aus den Augenblickswerten von Strom und Stromsteilheit gebildetes Wertepaar in einem Rechner mit einer vorgebbaren Strom und Stromsteilheit miteinander verknüpfenden Schwellwertfunktion verglichen wird, und daß bei Überschreitung des von der Schwellwertfunktion vorgegebenen, zulässigen Bereiches durch das ermittelte Wertepaar eine unverzögerte Auslösung des Schalters erfolgt.

3. Auslöser nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vorliegen eines zulässigen Wertepaares dieses Wertepaar einem weiteren Vergleich mit einer anderen Schwellwertfunktion unterzogen wird, die kleinere Werte von Strom und Stromsteilheit miteinander verknüpft, und daß bei Überschreitung dieser Schwellwertfunktion ein Verzögerungsglied erst nach einer vorgegebenen Anzahl von Überschreitungen den Auslöseimpuls gibt.

4. Auslöser nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß Verlauf der Schwellwertfunktion in einem rechtwinkligen Koordinatensystem, dessen einer Koordinate die Augenblickswerte des Stromes und dessen anderer Koordinate die Augenblickswerte der Stromsteilheit zugeordnet sind, ellipsen-, kreis-, rechteck- oder spiralförmig ist.

5. Verfahren zur Auslösung eines elektrischen Schalters, zur raschen Abschaltung eines Überstroms, vorzugsweise zur strombegrenzenden Abschaltung eines Kurzschlußstromes, in Wechsel-

und Drehstromnetzen, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- Messen des Stromes  $i$  in jeder Hauptstrombahn des Schalters in regelmäßigen Zeitabständen,
- Differenzieren der Stromwerte zur Ermittlung der augenblicklichen Stromsteilheit  $di/dt$  für jeden Stromwert,
- Bilden der Summe der augenblicklichen Stromsteilheitswerte und
- Erzeugen eines Auslösesignales bei Abweichung des Summenwertes vom Wert Null.

6. Auslöser zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Hauptstrombahn eines mehrpoligen Schalters ein Sensor zur Messung des Stromes in regelmäßigen kurzen Zeitabständen vorgesehen ist, daß aus diesen Stromwerten durch Differentiation in einem Differenzierer die Stromsteilheit ermittelt wird und daß aus den so gewonnenen Stromsteilheitswerten in einem Rechner die Summe derselben gebildet und bei Abweichung der Summe vom Wert Null ein Auslöseimpuls gegeben wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

